



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 29 440 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**H 03 K 17/00**  
H 03 K 17/687  
H 02 P 7/00

⑳1 Aktenzeichen: P 42 29 440.1  
㉔2 Anmeldetag: 3. 9. 92  
㉔3 Offenlegungstag: 10. 3. 94

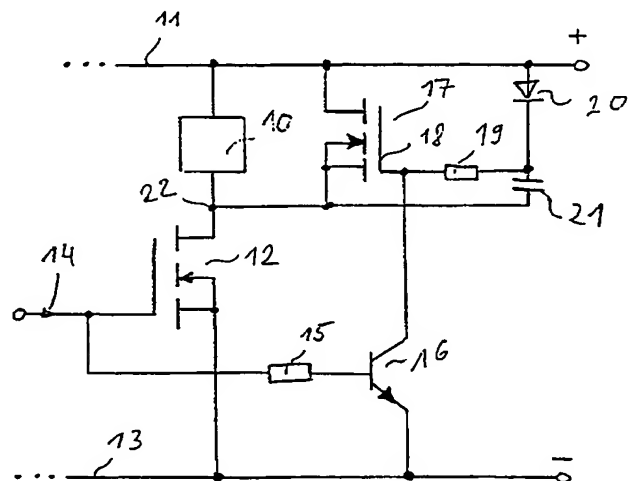
DE 42 29 440 A 1

㉔1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

㉔2 Erfinder:  
Hog, Norbert, Dipl.-Ing., 7580 Bühl, DE; Schlienz,  
Ulrich, Dipl.-Ing., 7580 Bühl, DE

⑤4 Schaltungsanordnung zum Ein- und Ausschalten einer elektrischen Last

⑤7 Es wird eine Schaltungsanordnung zum Ein- und Ausschalten einer Last (10) vorgeschlagen, die eine induktive Impedanzkomponente enthält. Als Stromfreilaufmittel ist ein zur Last (10) parallelgeschalteter elektrisch steuerbarer Schalter (17), vorzugsweise ein MOS-Feldeffekttransistor vorgesehen. Mit der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung wird eine geringe Verlustleistung während des Stromfreilaufs erreicht.



DE 42 29 440 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 94 308 070/159

5/41

## Beschreibung

## Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Schaltungsanordnung zum Ein- und Ausschalten einer wenigstens teilweise induktiven elektrischen Last nach der Gattung des Hauptanspruchs. Es ist allgemein bekannter Stand der Technik, zu einer elektrischen Last, die eine induktive Impedanzkomponente enthält, eine Diode parallel zu schalten, die nach dem Abschalten den Strom der induktiven Komponente übernimmt. In der Diode tritt bei jedem Abschalten eine Verlustenergie auf, die von der Durchlaßspannung der Diode abhängt. Eine besonders niedrige Verlustleistung wird mit Schottky-Dioden erreicht, die eine geringe Durchlaßspannung aufweisen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Verlustenergie in Stromfreilaufmitteln einer Schaltungsanordnung zum Ein- und Ausschalten einer wenigstens teilweise induktiven elektrischen Last zu minimieren.

Die Aufgabe wird durch die im Hauptanspruch angegebenen Merkmale gelöst.

## Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ermöglicht die Reduzierung des Spannungsabfalls in den Stromfreilaufmitteln auf Werte, die weit unterhalb von Durchlaßspannungen bekannter Dioden liegen. Die Reduzierung der in den Stromfreilaufmitteln auftretenden Verlustenergie bringt besondere Vorteile bei Schaltungen, bei denen das gesamte zur Verfügung stehende Energieangebot gering ist. Solche Schaltungen sind beispielsweise batteriegespeiste Systeme oder Schaltungen, die mit Solarenergie betrieben werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ergeben sich aus Unteransprüchen.

Als Stromfreilaufmittel eignen sich insbesondere MOS-Feldeffekttransistoren (MOSFET). Diese Transistoren sind mittlerweile mit der erforderlichen Spannungsfestigkeit und niedrigen Widerständen im Einschaltzustand preisgünstig erhältlich. Ein weiterer Vorteil liegt in der geringen erforderlichen Steuerleistung des MOSFET, die nur zum Umschaltzeitpunkt auftritt.

Der Einsatz einer Bootstrap-Schaltung ermöglicht die Bereitstellung einer Gate-Spannung für den MOSFET, deren Betrag die für die elektrische Last zur Verfügung stehende Betriebsspannung übersteigt. Mit dieser Maßnahme ist ein sicheres und vollständiges Durchschalten des MOSFET sichergestellt.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ergeben sich aus weiteren Unteransprüchen in Verbindung mit der folgenden Beschreibung.

## Zeichnung

Die Figur zeigt eine erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Ein- und Ausschalten einer wenigstens teilweise induktiven elektrischen Last.

Die Figur zeigt eine elektrische Last 10 mit einer induktiven Impedanzkomponente, die an einer ersten Stromversorgungsleitung 11 angeschlossen ist. In Serie zur Last 10 ist ein elektrisch betätigbarer Schalter 12 geschaltet, mit dem die Last 10 mit einer zweiten Stromversorgungsleitung 13 verbindbar ist. Zum Öffnen und

zum Schließen des Schalters 12 ist ein Steuersignal 14 vorgesehen, das über einen Widerstand 15 auch einem Schaltmittel 16 zugeleitet ist.

Parallel zur Last 10 ist ein weiterer elektrisch steuerbarer Schalter 17 geschaltet, dessen Steueranschluß 18 mit dem Schaltmittel 16 und mit einem weiteren Widerstand 19 verbunden ist. Der weitere Widerstand 19 ist über eine Diode 20 mit der ersten Stromversorgungsleitung 11 und über einen Kondensator 21 mit einem Anschlußpunkt 22 verbunden, an welchem die Last 10, der elektrisch betätigbare Schalter 12 sowie der weitere elektrisch steuerbare Schalter 17 angeschlossen sind.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung arbeitet folgendermaßen:

Die elektrische Last 10 wird mittels des elektrisch betätigbaren Schalters 12 ein- und ausgeschaltet. Der elektrisch betätigbare Schalter 12 ist beispielsweise ein Transistor, vorzugsweise ein MOSFET. Die Last 10, beispielsweise ein Elektromotor, enthält eine induktive Impedanzkomponente, die eine abrupte Stromänderung nicht zuläßt. Es sind Stromfreilaufmittel vorzusehen, die den durch die induktive Impedanzkomponente der Last 10 fließenden Strom nach dem Abschalten des Schalters 12 übernehmen. Erfindungsgemäß ist als Stromfreilaufmittel der weitere elektrisch ansteuerbare Schalter 17 vorgesehen, der parallel zur Last 10 geschaltet ist. Der weitere elektrisch steuerbare Schalter 17 ist beispielsweise ein Transistor, vorzugsweise ein MOSFET. Dem Steueranschluß 18 des weiteren Schalters 17 muß ein Einschaltsignal zum Einleiten der Stromübernahme zugeführt werden. Dieses Signal ist zweckmäßigerweise vom Steuersignal 14 abgeleitet.

In einer ersten Ausgestaltung ist vorgesehen, daß der Wechsel im Steuersignal 14, der den Schließvorgang des Schalters 12 einleitet, gleichzeitig das Bereitstellen des Einschaltsignals für den weiteren Schalter 17 für eine vorgegebene Zeit oder zumindest kurzzeitig auslöst. In einer vorteilhaften anderen Ausgestaltung, die in der Figur gezeigt ist, ist das dem weiteren Schalter 17 zugeführte Steuersignal das invertierte Steuersignal 14. Die Invertierung bedeutet, daß der Schalter 12 und der weitere Schalter 17 abwechselnd geöffnet und geschlossen sind.

Zur Realisierung der ersten Ausgestaltung ist beispielsweise eine in der Figur nicht gezeigte monostabile Kippstufe vorgesehen, die mit der Abschaltflanke des Steuersignals 14 getriggert wird. Zur Signalinvertierung gemäß der anderen Ausgestaltung sind der in der Figur gezeigte Widerstand 15 sowie das Schaltmittel 16 vorgesehen. Das Schaltmittel 16 ist beispielsweise ein Bipolartransistor.

Das Steuersignal 14 schließt gleichzeitig sowohl den Schalter 12 als auch über den Widerstand 15 das Schaltmittel 16. Das am Steueranschluß 18 des weiteren Schalters 17 liegende Potential wird dann wenigstens näherungsweise auf das Potential der zweiten Stromversorgungsleitung 13 gezogen. Der in der Figur beispielhaft eingezeichnete n-Kanal-MOSFET vom Anreicherungstyp ist geöffnet, weil das Potential am Anschlußpunkt 22 mit dem Schalter 22 ebenfalls wenigstens näherungsweise auf dem Potential der zweiten Stromversorgungsleitung 13 liegt. Eine Änderung des Steuersignals bewirkt sowohl ein Öffnen des Schalters 12 als auch ein Öffnen des Schaltmittels 16. Das Potential am Steueranschluß 18 nimmt denjenigen Wert des Potentials an, das an der Verbindungsstelle von Diode 20 und Kondensator 21 auftritt. Das Potential kann an dieser Stelle nach dem Ausschalten des Schalters 12 auf einen Wert anstei-

gen, der nahezu dem doppelten Wert des Potentials der ersten Stromversorgungsleitung 11 entspricht. Die Spannungserhöhung wird mit dem Schaltmittel 16, dem Widerstand 19, der Diode 20 und mit dem Kondensator 21 erreicht, die eine Ladungspumpe bilden. Die Funktion der Ladungspumpe beruht im wesentlichen darauf, daß sich die Spannung am Kondensator 21 nicht abrupt ändern kann. Im eingeschalteten Zustand des Schalters 12 und des Schaltmittels 16 liegt der am Anschlußpunkt 22 liegende Anschluß des Kondensators nahezu auf dem Potential der zweiten Stromversorgungsleitung 13, während der andere Anschluß des Kondensators nahezu auf dem Potential der ersten Stromversorgungsleitung 11 liegt, das um die Durchlaßspannung der Diode 20 vermindert ist. Nach dem Öffnen des Schalters 12 und des Schaltmittels 16 springt das Potential am Anschlußpunkt 22 und damit auch am Widerstand und am Steueranschluß 18 auf einen höheren Wert. Die nach dem Abschalten des Schaltmittels 16 auftretende Potentialdifferenz zwischen dem Steueranschluß 18 und dem Anschlußpunkt 22 schaltet den weiteren Schalter 17 sofort ein. Der durch die induktive Impedanzkomponente der Last 10 fließende Strom wird sofort vom weiteren Schalter 17 übernommen, an dem ein Spannungsabfall auftritt, der gleich dem Produkt aus Widerstand im eingeschalteten Zustand und dem fließenden Strom ist. Die Widerstände im eingeschalteten Zustand von derzeit preisgünstig erhältlichen MOSFET liegt bereits bei nur etwa 10 Milliohm. Durch Parallelschaltung zusätzlicher Schalter zum weiteren Schalter 17 können die Widerstände im eingeschalteten Zustand weiter reduziert werden. Bereits mit einem MOSFET als weiteren Schalter 17 kann damit eine Verlustenergie erreicht werden, die weit unterhalb der Energie liegt, die mit einfachen Dioden erzielbar ist.

Das Ein- und Ausschalten der Last 10 soll nicht auf das vollständige Ein- und Ausschalten beschränkt sein. Unter dem Ein- und Ausschalten der Last 10 wird auch ein mittels des Steuersignals 14 vorgegebener Schaltbetrieb verstanden, bei dem der durch die Last 10 fließende Strom auf einen mittleren Wert begrenzt wird. Dieser höherfrequente Schaltbetrieb ist beispielsweise bei Gleichstrommotoren zur variablen Drehmoment- oder Drehzahlvorgabe vorgesehen. Anstelle eines Motors als Last 10 kann auch beispielsweise ein Relais vorgesehen sein, das mit unterschiedlich hohen mittleren Strömen in verschiedenen Betriebszuständen gehalten wird. Als Last 10 ist auch beispielsweise ein Übertrager innerhalb eines Schaltnetzteils vorsehbar, welches bei einer hohen Taktfrequenz einen hohen Wirkungsgrad aufweisen soll.

#### Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zum Ein- und Ausschalten einer wenigstens teilweise induktiven Last (10), mit wenigstens einem in Serie zur Last (10) geschalteten elektrisch steuerbaren Schalter (12), dem ein Steuersignal (14) zum Öffnen und Schließen des Schalters (12) zugeführt ist, und mit zur Last (10) parallelgeschalteten Stromfreilaufmitteln, dadurch gekennzeichnet, daß als Stromfreilaufmittel wenigstens ein weiterer, elektrisch steuerbarer Schalter (17) vorgesehen ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dem weiteren Schalter (17) das invertierte Steuersignal (14) zugeleitet ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch

gekennzeichnet, daß der Schalter (12) und/oder der weitere Schalter (17) ein MOS-Feldeffekttransistor sind.

4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Steueranschluß (18) des weiteren Schalters (17) mit einer Bootstrap-Schaltung (16, 19, 20, 21) verbunden ist.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Last (10) ein Elektromotor vorgesehen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

